



電信建設

DIANSIN GIAN SHE

實用電報學

王柏年著

4

華東電信出版社

電信建設叢書

電信建設 叢書之四

實用電報學

王柏年著

華東電信出版社

實用電報學

定價 18500 元

柏 年

信出版社
州路 322 號

印刷者 中國科學公司
上海延安中路 537 號

版權所有·翻印必究

一九五一年五月初版
一九五二年二月三版 4001—6000

前 言

電報之傳遞文字，係利用電路內電流之斷續，或電流方向之變換，使對方電磁石或其他紀錄器發生動作，或印出符號，或發出斷續音響，藉符號或音響編成字母或數字，以字母或數字併成文字。如是文字即可在電線上傳遞。此種傳遞文字之方法，在 1837 年為美國紐約大學教授莫爾斯 (Samual F. B. Morse) 所發明。及後通信技術不斷改進，由單流而雙流，由單工而雙工多工，由人工收發而自動收發，以至書寫、打字、傳真，應有盡有。電報業務臻臻日上，便利人民，供獻至鉅。

電報通信需用之機器，其最簡單者，為人工收發報機。由值機人員用手按拍電鍵，使電路或斷或續，將電碼發至對方。對方值機人員，按照發來電碼，抄出文字。此種機器構造堅固，壽命永遠，使用簡便，維持容易。在距離較近，報務清閒之處所，裝用最為相宜。人工電報機的最著名者，為莫爾斯電報機。發報方面所用者為單流電鍵 (Single Current Key)；收報方面所用者為莫爾斯印字機 (Morse Ink Writer) 及莫爾斯繼電器 (Morse Relay)，另裝顯電表，以指示電流之有無及其強弱。電鍵、顯電表、印字機、繼電器所配成之機器，總稱之為莫爾斯電報機。吾國迄今尚在應用。因莫爾斯電報機需用紙條、墨油，且印字機之鐘機，構造繁複，機價甚貴，故各國早已不用，另以音響機 (Sounder) 替代。

音響機之構造簡單，不用紙條、墨油，憑音響以收錄符號。所有電鍵、顯電表、繼電器等項，與莫爾斯機相同。惟印字機部份，易以音響器，以減少機件障礙，並簡化調整手續。音響機之音響，係由電磁石動作所發生，聽其音響，抄錄符號。工作速率，可與莫爾斯機相等。惟收聽技術較為困難，因之電碼易出錯誤。

1948 年作者曾設計製成「有線電振盪收發報機」一種，將電鍵、顯電表、振盪繼電器、調整電阻等合裝於一個機箱之內，外表與無線電收音機相似。構造簡單，動作靈敏，音響穩定，用電極省，西南各局，

已於 1949 年開始裝用。

人工電報機，須藉人力收發，工作速度不能提高，熟練人員，每分鐘不過二十個字（每字以五個字母拚成者），且時須休息，不能繼續拍發或抄錄至數小時以上。故在報務繁忙線路較遠之電路，用人工收發報機通信，感覺困難。在發報方面，不得不採用自動發送符號之方法，以提高通信速率。在收報方面，亦不得不另行設計，改用動作靈敏調整精確之機件，以接收對方發來之符號。電報通信普通應用之接收機件，以英郵式標準繼電器（Post Office Standard Relay）最為普遍。該器非特為接收符號之主要機件，即單雙工幫電機（Simplex-Duplex Repeater）亦賴此器以達成其任務。另有英國出品之克利特繼電器（Creed Relay），工作效率與標準繼電器相等，但裝拆方便，線圈可以隨便調換，優點甚多，實為繼電器後起之秀。其他尚有葛氏振動繼電器（Gulstad Vibrating Relay），在長距離高速度之電路內，標準繼電器及克利特繼電器不能接收符號時，振動繼電器仍能錄出清晰之符號。電阻及電容較高之陸線及海底電線電路內，大都裝用此器。

有線電報應用之回路，在陸地上者，有架空線（Aerial Line）及地下電纜（Underground Cable）兩種。吾國所裝用者，以架空線居多。長距離之地下電纜，尚不甚多。在海洋間者，有海底電纜（Submarine Cable）。實線一條，兩端裝用地線，即完成電報通信之回路。單工、雙工、以及多工，均可在單線上工作。單工通信，聯接簡單，惟發報時不能同時收報。雙工通信，兩局可以同時收發，報務容量，增加一倍。雙工通信之方法，在 1853 年，為靳氏（Dr. W.M. Gint）所發明，迨至 1868 年，開始實用。雙工電路內，除幫電局外，不能設立中間局。其電路方式，有差動式雙工（Differential Duplex）及橋絡式雙工（Bridge Duplex）兩種。差動式雙工利於電容電感較小而漏電較重之線路，橋絡式雙工利於電容電感較大而絕緣電阻較高之線路。另有幻象及載波電路，裝用銅線一對，可作電報電話同時通信之用。在電報方面，亦可裝用單工、雙工、及多工之機件。在長途電話幹線上，近均採用幻象及載波電報。舊式之單線雙工制度，漸見淘汰。但無論採用單線通信或雙線載波通信，單工工作或雙工多工工作，在收

發報局裝用之自動收發報機，並無軒輊，其使用手續，亦完全相同。

自動收發報機者，藉機械動作，自動收發符號。通信速率，可以儘量提高。自動發報機發送符號之方法，先以鑿孔機在特製的油紙條或羊皮紙條 (Parchment Paper) 上，鑿成相當之圓孔符號。再以鑿孔之油紙條或羊皮紙條，放入自動發報機 (Automatic Transmitter) 內，通過一次，藉紙條之圓孔，以控制電路之啓閉，或電流方向之變換。將久暫不同，或方向不定之瞬間電壓，接於線路。於是紙條之符號，即得自動發至對方。自動發報機發送符號之最高速率，可達 300 W.P.M.，較之人工發報機，其工作速率，超過十倍以上，吾國通用之自動收發報機，其工作速率平均在 80 W.P.M. 左右，報務繁忙之電路，都採用之。

自動發報機係韋斯登氏 (Wheatstone) 所發明，故又稱韋氏發報機 (Wheatstone Transmitter)。其原動力用重錘以發動者，謂之重錘發報機 (Weight Transmitter)；用電動機以發動者，謂之電動發報機 (Motor Transmitter)。動力部份之構造雖異，發送符號部份之構造略同。尙有英國克利特公司出品之克利特發報機 (Creed Transmitter)，構造簡單，調整容易，近來吾國各電局之有線電回路內，亦有採用者。

自動發報機附屬之鑿孔機，全屬機械作用，並無電磁動作聳入其內。吾國所通用者，計有三柱鑿孔機 (Hand Perforator) 及鍵盤鑿孔機 (Keyboard Perforator 簡稱 K.P.) 兩種。三柱鑿孔機構造簡單，機身小巧，有「點」(Dot)、「隔」(Space)、「劃」(Dash) 三鍵。值機者以雙手各執一鉞輪流敲擊，將紙條鑿成圓孔。其鑿孔速率，約爲 25 W.P.M.。報務繁忙時，得用數機同時鑿孔。由自動發報機繼續發放，傳遞速率，因之提高。雖往來電報，日以數千計，亦不致積壓。

鍵盤鑿孔機構造較爲複雜，其外表及使用方法，與英文打字機大致相同，按下任何字鍵，即鑿出該字應有之圓孔符號，其鑿出之圓孔符號，與三柱鑿孔機所鑿出者，完全相同。但鑿孔速率約可超出三柱鑿孔機三倍，運用簡便，效率優越，將取三柱鑿孔機而代之。

收報方面之機械，必須靈敏準確，方得接受自動發報機發來之符號。現在吾國通用之收發報機有韋斯登收報機 (Wheatstone Rec-

eiver)，其錄出之符號，爲點劃符號。因此種收報機，動作不甚靈敏，工作速率約爲 50 W.P.M.，故採用不甚普遍。另有波紋收報機 (Undulator)，其錄出之符號，爲波紋形符號。收報記錄器之靈敏度甚高，收報速率可達 150 W.P.M.，故採用甚廣。拖動紙條之原動力仰給於重錘者，謂之重錘波紋收報機；仰給於電動機者，謂之電動波紋收報機。爲便於轉報，免除重複鑿孔之手續起見，英國克利特公司另有一種克利特收報複鑿機 (Creed Receiving Reperforator)，其錄出之符號，爲圓孔符號，與鑿孔機所鑿出者，完全相同。如收到電報須再轉發他局者，即將收到之鑿孔紙條，放入另一發報機內，即可轉發他處，以免去重鑿之煩。倘收到之電報，屬於本局投送者，則將收到之鑿孔紙條，收入克利特印字機 (Creed Printer) 內，通過一次，印字機自動印出文字。不需經過人工抄錄或打字之繁，工作速率可達 120 W.P.M.。

最近各國通行之電報機，以電傳打字機 (Teletype) 爲最普遍。其使用方法，與英文打字機相同，惟構造繁複，機身較大，有紙頁式及紙條式兩種，紙頁式宜於來報，紙條式宜於轉報。紙條式之電傳打字機，間有附裝鑿孔設備者，既可鑿孔，又可複鑿。人工自動，均可工作。

自動電傳打字機之收發電報手續，須先用五單位制或六單位制鍵盤鑿孔機，鑿出符號於紙條上，再將紙條放入轉盤發報機 (Distributor) 發至對方。對方之電傳打字機，直接打出文字，或自動複鑿符號於紙條上，以便轉發他處，工作速率較人工打字爲高。最新式之電傳打字機，其打字速率，已可達到 120 W.P.M.。此種機器，對於羅馬字電報，可說已經達到盡善盡美之境地。但對於華文電報，在發報時，須經譯電方能拍發。收報時，再須譯電，方能投送。每一電報，經兩次人工譯電，浪費人力，耽誤時間，實爲憾事。

1936 年作者曾發明華文電報打字機兩種，一種可以直接發送華文，按照電碼新編所編之電碼，自動發送符號至對方。對方收到符號時，按照符號，用人工打出文字。一種可以直接鑿出圓孔符號於紙條上，再用自動發報機發至對方，不需經過譯電手續。惟收報方面，須經人工打字，方能印出文字。1948 年，作者與電動華文打字機發明人高仲芹先生合作，將華文電報機作爲發報機，電動打字機作爲收報機。

另加同步轉盤兩套，配成整套華文電報自動打字機一部。發報時，移動指針，對準欲發之字，按動電扭，對方之收報機，自動打出文字。如此華文可以直接收發，不需譯電。該機配成後，在南京公開試驗，成績甚佳。實地裝用，或可拭目以待。

電報技術，突飛猛進。通信設備，日新月異。惟有關參考書籍，寥若晨星。且大都偏重理論，忽於實際。本書以國內電報通信之方式、及電報機器之構造、動作、及使用與維護方法，逐一申述。理論不務高深，敘述但求詳盡，以切合實際應用為目標。尙請讀者，垂賜指政。

王 柏 年

一九五〇年四月

目 錄

前 言	1
第一章 人工收發報機	1
第一節 電路	1
第二節 電碼	9
第三節 莫爾斯電報機	11
第四節 音響機	23
第五節 真空管振盪機	27
第六節 王式有線電振盪機	27
第七節 人工收發報機之裝置	32
習 題	39
第二章 繼電器	43
第一節 標準繼電器之構造及動作	43
第二節 克利特繼電器	54
第三節 振動繼電器	71
習 題	83
第三章 雙流及雙工	85
第一節 雙流工作	85
第二節 雙工通信	98
習 題	121
第四章 鑿孔機	123
第一節 三柱鑿孔機	124
第二節 克利特鍵盤鑿孔機	135
習 題	158
第五章 自動發報機	161
第一節 總論	161

第二節	重錘式韋斯登自動發報機	162
第三節	電動式韋斯登發報機	188
第四節	克利特自動發報機	194
習題		202
第六章	高速度收報機	205
第一節	概述	205
第二節	韋斯登收報機	206
第三節	重錘式波紋收報機	211
第四節	電動式及克利特波紋收報機	231
第五節	克利特收報複擊機	238
習題		272

第一章

人工收發報機

- 第一節 電路
- 第二節 電碼
- 第三節 莫爾斯電報機
- 第四節 音響機
- 第五節 真空管振盪機
- 第六節 王式有線電振盪機
- 第七節 人工收發機的裝置
- 習題

第一節 電路

電報通信之電路，係用單線。線之兩端，各裝地線，以完成其電路。如此既可節省建築費用，減少線路電阻，且得免去第二線之障礙。因地球體積鉅大，電阻極低。此低電阻之產生，或因接近地線之處，地質不良，氣候乾燥。或因接頭鬆動，銲接不妥。優良之地線，其電阻總在 1 歐以下。據海氏 (Heaviside) 之研究，地線之電阻為：

$$R_g = \frac{\rho}{2\pi l}$$

式中 R_g 為地線電阻， ρ 為地球之比阻 (Specific Resistance)，約為每立方公分 800 歐， a 為地線之直徑。在較大之電報局內，線路甚多，各線同時工作，電流或來或往，或強或弱，雖由同一地線以貫通之，其各路之電流，不致互相混擾。因地線電阻甚低之故。

—— 人工收發報機 —— 1 ——

圖一示電線二條。第一線之發報電壓爲 E_1 ，線路電阻及收報機電阻之和爲 R_1 ，第二線之發報電壓爲 E_2 ，線路電阻及收報機電阻之和爲 R_2 ，地線電阻爲 R_g ，按照克氏定律(Kirchhof's Law)則得：

$$E_1 = I_1 R_1 + I_3 R_g \quad (1)$$

$$E_2 = I_2 R_2 + I_3 R_g \quad (2)$$

$$I_3 = I_1 + I_2 \quad (3)$$

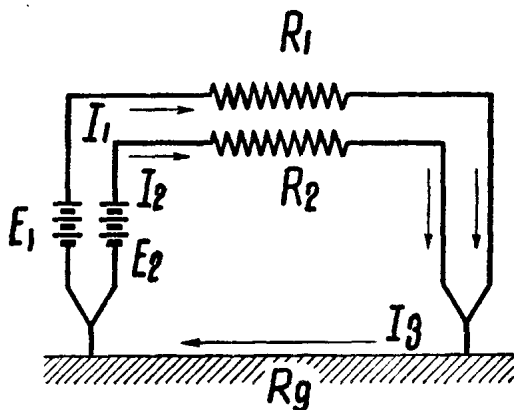


圖 一

將(3)代入(1)及(2)則得

$$E_1 = I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_g \quad (4)$$

$$E_2 = I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R_g \quad (5)$$

由(4)得

$$I_1 = \frac{E_1 - I_2 R_g}{R_1 + R_g} \quad (6)$$

將(6)代入(5)則得

$$E_2 = I_2 (R_2 + R_g) + \frac{(E_1 - I_2 R_g) R_g}{R_1 + R_g}$$

$$I_2 (R_2 + R_g) (R_1 + R_g) = E_2 (R_1 + R_g) - E_1 R_g + I_2 R_g^2$$

$$I_2 (R_2 + R_g) (R_1 + R_g) - I_2 R_g^2 = E_2 (R_1 + R_g) - E_1 R_g$$

$$I_2 [(R_2 + R_g) (R_1 + R_g) - R_g^2] = E_2 (R_1 + R_g) - E_1 R_g$$

$$I_2 = \frac{E_2 (R_1 + R_g) - E_1 R_g}{(R_2 + R_g) (R_1 + R_g) - R_g^2} = \frac{E_2 R_1 - R_g (E_1 - E_2)}{R_1 (R_2 + R_g) + R_g R_2}$$

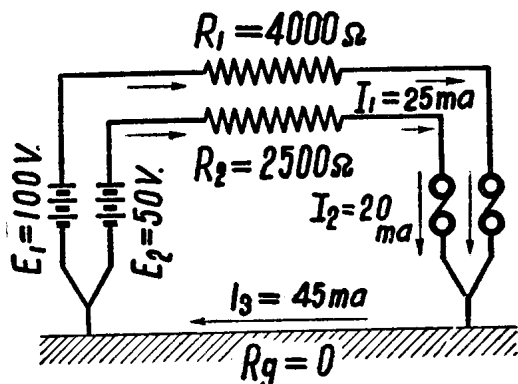
$$I_2 = \frac{E_2 R_1 - R_g (E_1 - E_2)}{R_1 R_2 + R_g (R_1 + R_2)} \quad (7)$$

將(7)代入(6)而化簡之，則得

$$I_1 = \frac{E_1 R_2 + R_g (E_1 - E_2)}{R_1 R_2 + R_g (R_1 + R_2)} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} I_3 = I_1 + I_2 &= \frac{E_1 R_2 + R_g (E_1 - E_2) + E_2 R_1 - R_g (E_1 - E_2)}{R_1 R_2 + R_g (R_1 + R_2)} \\ &= \frac{E_1 R_2 + E_2 R_1}{R_1 R_2 + R_g (R_1 + R_2)} \quad (9) \end{aligned}$$

例 (1) 設 $E_1 = 100$ 伏, $E_2 = 50$ 伏, $R_1 = 4000$ 歐, $R_2 = 2500$ 歐, $R_g = 0$ (如圖二所示)。



圖二

則 $I_1 = \frac{100 \times 2500}{4000 \times 2500} = 0.025$ 安

$$I_2 = \frac{50 \times 4000}{4000 \times 2500} = 0.020$$
 安

$$I_3 = \frac{100 \times 2500 + 50 \times 4000}{2500 \times 4000} = \frac{45}{1000} = 0.045$$
 安

(2) 設 $E_2 = -50$ 伏, 即將第二線之電池倒接如圖三所示, 則

$$I_1 = \frac{100 \times 2500}{4000 \times 2500} = 0.025$$
 安

$$I_2 = \frac{-50 \times 4000}{4000 \times 2500} = -0.020 \text{ 安}$$

$$I_3 = 0.025 - 0.020 = 0.005 \text{ 安}$$

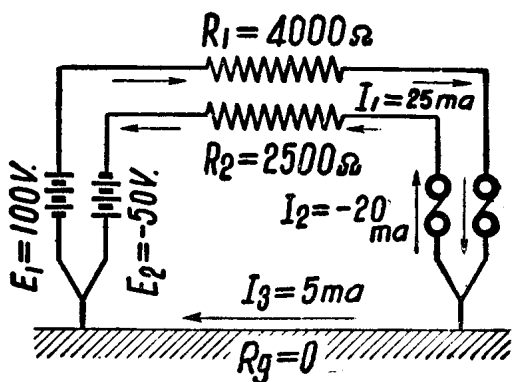


圖 三

(3) 設 $E_2 = 0$ (如圖四所示)。

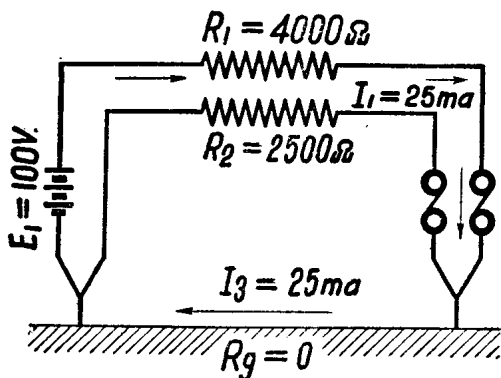


圖 四

則
$$I_1 = \frac{100 \times 2500}{4000 \times 2500} = 0.025 \text{ 安}$$

$$I_2 = 0$$

(4) 設 $E_1 = 0$ (如圖五所示)。

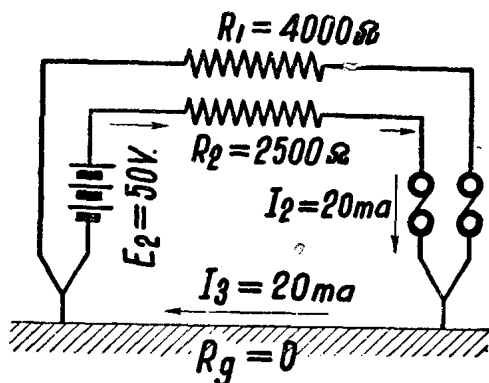


圖 五

則

$$I_1 = 0$$

$$I_2 = 0.020 \text{ 安}$$

照上列 1 至 4 例觀之，無論一線或二線或一二兩線同時將電池接於線路，一線收到電流 25 毫安，二線收到 20 毫安，彼此不相混擾，因無地線電阻之故。

(5) 設 $R_g = 10$ 歐(如圖六所示)。

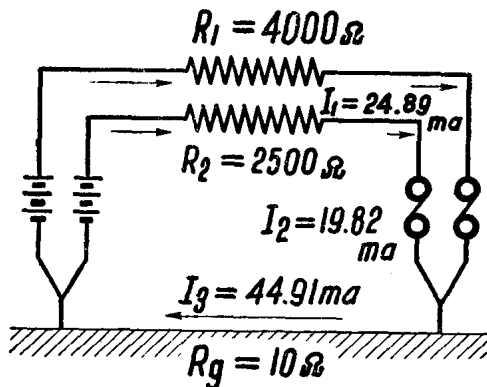


圖 六

則

$$I_1 = \frac{100 \times 2500 + 10(100 - 50)}{4000 \times 2510 + 10 \times 2500} = 0.02489 \text{ 安}$$

$$I_2 = \frac{50 \times 4000 - 10(100 - 50)}{4000 \times 2510 + 10 \times 2500} = 0.01982 \text{ 安}$$

(6) 設 $R_g = 10$ 歐, $E_2 = -50$ 伏, 如圖七所示。

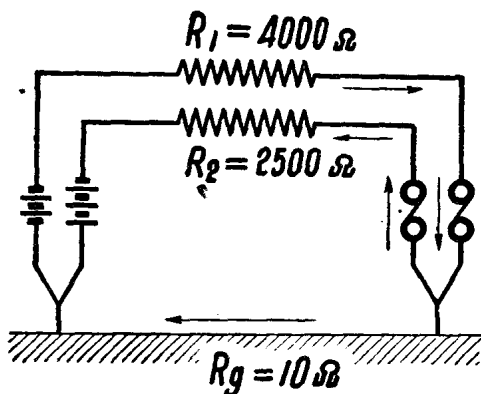


圖 七

則
$$I_1 = \frac{100 \times 2500 + 10(100 - 50)}{4000 \times 2500 + 10(4000 + 2500)} = 0.02489 \text{ 安}$$

$$I_2 = \frac{-50 \times 4000 - 10(100 - 50)}{4000 \times 2500 + 10(4000 + 2500)} = -0.01992 \text{ 安}$$

$$I_3 = \frac{100 \times 2500 - 50 \times 4000}{4000 \times 2500 + 10(4000 + 2500)} = 0.00497 \text{ 安}$$

(7) 設 $R_g = 10$ 歐, $E_2 = 0$ (如圖八所示)。

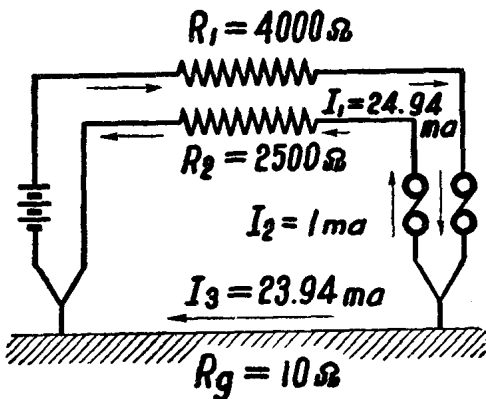


圖 八

則
$$I_1 = \frac{100 \times 2500 + 10 \times 100}{4000 \times 2510 + 10 \times 2500} = 0.02494 \text{ 安}$$

$$I_2 = \frac{-10 \times 100}{4000 \times 2510 + 10 \times 2500} = -0.0001 \text{ 安}$$

(8) 設 $R_g = 10$ 歐, $E_1 = 0$ (如圖九所示)。

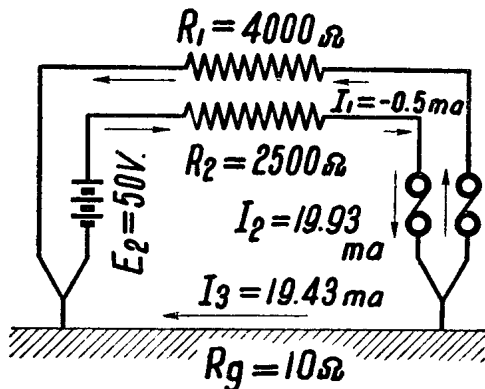


圖 九

則
$$I_1 = \frac{10(-50)}{4000 \times 2510 + 10 \times 2500} = -0.00005 \text{ 安}$$

$$I_2 = \frac{50 \times 4000 - 10(-50)}{4000 \times 2510 + 10 \times 2500} = 0.01993 \text{ 安}$$

照上列 5 至 8 例觀之(地線有 10 歐之電阻),如兩線同時接於電池,電流各較微弱。一線接於電池,本線之電流減少,而他線有反向電流,流入本局。因有地線電阻之故。地線電阻愈大,則各線電流之混擾亦愈大。故電報局之裝設地線,不可忽略。

如一局數線,通達東南西北各方者,其各線電流之計算,亦與上述之原理相同。讀者能舉一反三,當能心聆神會矣。利用地線作導線之方法,謂之地回(Earth Return)。

地線之裝設,極屬重要。設裝置草率,致有高電阻發生,則全局各線,均呈干擾或互相搭連之象,工作必覺困難。普通裝設地線,或用地線管,或用地線板。地線管為一寸以上直徑之紫銅管,長約六尺,用 21 號 9 股銅線銲接其上,如圖十所示。埋入地下五尺,上露一尺,以便隨時灌水。一局應用地線管兩根或數根,分埋各處,並聯接續之,作